

المجال :  
المادة و تحولاتها

الوحدة 02 : قياس الناقلية  
( طريقة لتعيين كمية المادة في  
المحاليل الشاردية )

المستوى: 2 ع ت + 2 ت ر  
الدرس رقم : 02

الوحدة رقم 02 : قياس الناقلية		
مؤشرات الكفاءة	أمثلة للنشاطات	المحتوى- المفاهيم
1 - يميز بين الرابطة التكافئية والشاردية 2 - يفسر انحلال بعض الأنواع الكيميائية في الماء 3 - يفسر حركة الشوارد في محلول 4 - يقيس ناقلية محلول شاردي 5 - يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي 6 - يستغل منحنى المعايرة $G = f(C)$	1 - تحضير محلول شاردي حيث: 2 - المذاب صلب شاردي (الرابطة الشاردية) 3 - المذاب سائل أو غاز مستقطب 4 - تحقيق تجربة تبرز هجرة الشوارد 5 - قياس ناقلية عدة محاليل شاردية 6 - تحقيق تجارب تبرز العوامل المؤثرة في ناقلية محلول شاردي : * طبيعة المحلول * التركيز المولي * درجة الحرارة * هندسة الخلية ( ع م ) 7 - تحقيق تجربة تمكن من رسم منحنى المعايرة $G = f(C)$ واستنتاج التركيز المولي للمحلول المدروس ( ع م ) 8 - التمرن على استعمال العلاقة $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$	1 - المحاليل المائية * تحضيرها * بنيتها * التفسير المجهرى ( تسمية الشوارد ) 2- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية 1- 2 - التفسير المجهرى للنقل الكهربائي 2- 2 - الناقلية G لجزء من محلول شاردي 2- 3 - دراسة العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي 2- 4 - الناقلية النوعية لمحلول شاردي $\sigma$ 2- 5 - الناقلية النوعية المولية $\lambda_i$ الشاردة 2- 6 - العلاقات $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ و $G = k C$ في المحاليل الشاردية الممددة

المدة	المحتوى - المفاهيم	مرجع النشاط

## قياس النـاقلية

1 - مكنسبات قبـلية :

1 - 1 - علاقة كمية المادة بالكتلة :

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{* حالة صلب أو سائل أو غاز :}$$

$n$  : كمية المادة (mol) ،  $m$  : كتلة المادة (g) ،  $M$  : الكتلة المولية الجزيئية (g / mol)

1 - 2 - علاقة كمية المادة بحجم غاز :

$$n = \frac{V_g}{V_M} \quad \text{* حالة غاز :}$$

$n$  : كمية المادة (mol) ،  $V_g$  : حجم الغاز (L) ،  $V_M$  : الحجم المولي (L / mol) .

1 - 3 - التركيز المولي والتركيز الكتلي لمحلول :

$$C = \frac{n}{V} \quad \text{أ - التركيز المولي لمحلول :}$$

$C$  : التركيز المولي (mol/L) ،  $n$  : كمية المادة (mol) ،  $V$  : حجم المحلول (L)

$$C_m = \frac{m}{V} \quad \text{ب - التركيز الكتلي لمحلول :}$$

$C_m$  : التركيز الكتلي (g/L) ،  $m$  : كتلة المادة (g) ،  $V$  : حجم المحلول (L)

ج - العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الكتلي :  $C_m = C M$

$C_m$  : التركيز الكتلي (g/L) ،  $C$  : التركيز المولي (mol/L) ،  $M$  : الكتلة المولية الجزيئية (g / mol)

$$C = \frac{10 P d}{M}$$

1 - 4 - علاقة التركيز المولي بدرجة النقاوة والكتافة :

$C$  : التركيز المولي (mol/L) ،  $M$  : الكتلة المولية الجزيئية (g / mol)

$P$  : درجة النقاوة ( % ) : كتلة المادة النقية في 100 g من المحلول التجاري .  $d$  : كثافة المذاب بالنسبة للماء

$$1 - 5 - \text{قانون التمديد :} \quad C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad , \quad C_1 G_2 = C_2 G_1 \quad , \quad V_{eau} = V_2 - V_1$$

$C_1$  : التركيز المولي للمحلول قبل التمديد (mol/L) ،  $V_1$  : حجم المحلول قبل التمديد (L)

$C_2$  : التركيز المولي للمحلول بعد التمديد (mol/L) ،  $V_2$  : حجم المحلول بعد التمديد (L)

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{G_1}{G_2}$$

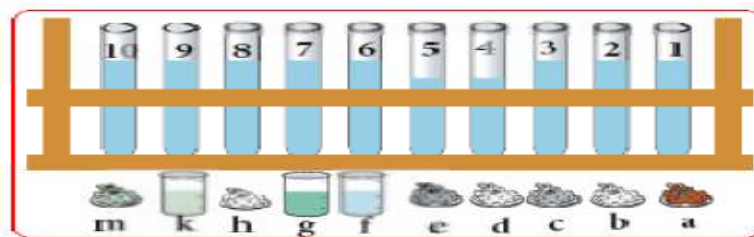
1 - 6 - معامل التمديد  $F$  : هو عدد مرات تخفيف المحلول .

2 - المحاليل المائية :

2 - 1 - الخلائط و المحاليل المائية :

\* التمييز بين الخلائط المتجانسة و اللامتجانسة نشاط ( 1 ) ص 261 :

التجربة ( 1 ) :



- نأخذ أنابيب إختبار و نرقمها مـ

رقم الأنبوب	المادة المضافة	رقم الأنبوب	المادة المضافة
1	(a) برمغنات البوتاسيوم ( $KMnO_4$ )	6	(f) كحول الإيثيلي ( $C_2H_5-OH$ )
2	(b) كلور الصوديوم ( $NaCl$ )	7	(g) شراب الشاي
3	(c) كبريتات النحاس ( $CuSO_4$ )	8	(h) كبريتات الباريوم ( $BaSO_4$ )
4	(d) سكر	9	(k) زيت
5	(e) سكر + كلور الصوديوم	10	(m) رمل

- نضيف لكل أنبوب المادة المقترحة في الجدول مع رجها قليلا .

- الملاحظة : نلاحظ في كل أنبوب تشكل خليط من طور واحد (متجانس) أو من طورين متميزين (غير متجانس) .  
- أكمل الجدول التالي بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة نتيجة (1) .

رقم الأنبوب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
خليط متجانس	×	×	×	×	×	×	×	×		
خليط غير متجانس									×	×

نتيجة (1) :

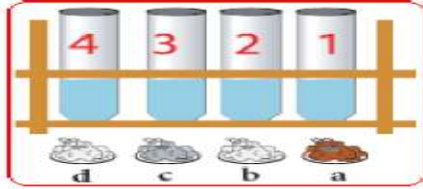
الخليط مزيج من مادتين أو أكثر ، نعتبره غير متجانس إذا أمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة ، و إذا تعذر ذلك نقول أنه متجانس و نسميه حينئذ محلولاً .

2-2 - المحاليل المائية :

2-2-1 - مفهوم المحلول المائي نشاط (2) ص 261 :

التجربة (2) :

نأخذ 4 أنابيب اختبار، و نرقمها من (1) إلى (4) ثم نملأ الأنابيب بالماء المقطر نضع في كل أنبوب المواد التالية :



رقم الأنبوب	1	2	3	4
المادة	(a) $KMnO_4$	(b) $NaCl$	(c) $CuSO_4$	(d) سكر
الملاحظة	محلول متجانس	محلول متجانس	محلول متجانس	محلول متجانس

- كيف تفسر توزيع اللون في الأنبوب (1) و الأنبوب (3) ؟

\* الأنبوب (1) : محلول بنفسجي ناتج عن انحلال بلورات البرمنغنات البنفسجية في الماء المقطر الشفاف .

\* الأنبوب (3) : محلول أزرق ناتج عن تشتت ملح كبريتات النحاس التي تنتج شوارد النحاس الزرقاء اللون .

نتيجة (2) :

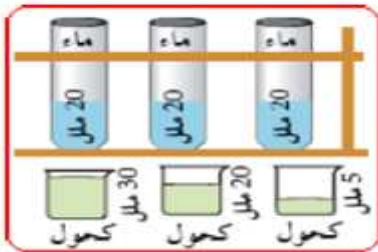
المحلول المائي خليط متجانس يتكون من مادتين أو أكثر لا يمكن أن نميز بينها بالعين المجردة ، و تكون لجميع أجزائه نفس الخواص

2-2-2 - نسبة المحل ( المذيب ) و الحلال ( المذاب ) نشاط (3) :

التجربة (3) :

نأخذ ثلاثة أنابيب اختبار و نضع في كل أنبوب (20 mL) من الماء ثم نضيف في كل أنبوب الحجم المقترح في الجدول من الكحول .

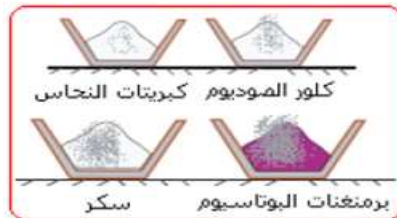
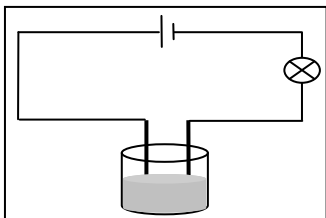
- أكمل إملاء الجدول :



رقم الأنبوب	1	2	3
حجم الماء ( mL )	20	20	20
حجم الكحول ( mL )	5	20	30
إسم المذيب ( المحل )	الماء	الماء أو الكحول	الكحول
إسم المذاب ( الحلال )	الكحول	الكحول أو الماء	الماء
إسم المحلول	محلول مائي	م مائي أو م كحولي	محلول كحولي

نتيجة (3) :

نسمي المحل . أو مذيب ( solvent ) المادة التي تكون كميتها في المحلول أكبر ، و نسمي المذاب أو حلال ( soluté ) المادة التي كميتها أقل . وعندما يكون المذيب هو الماء فنسمي المنتج محلولاً مائياً .



2-3 - تحضير محلول شاردي :

أ - المذاب جسم صلب شاردي :

التجربة (4) :

نركب دائرة كهربائية مكونة من مصباح و مولد و لبر

- نضع كمية من بلورات ( $KMnO_4$ ) في بيشر ثم ندخل فيها اللبوسين كما في الشكل :

\* **الملاحظة :** عدم توهج المصباح

- نضيف كمية من الماء إلى البيشر الذي يحتوي ( $KMnO_4$ )

\* **الملاحظة :** توهج المصباح بسبب انحلال بلورات ( $KMnO_4$ ) إلى شوارد البوتاسيوم  $K^+$  وشوارد البرمنغنات  $MnO_4^-$  التي تنتقل في المحلول فيسري التيار في الدارة .

- نعيد نفس التجربة بإستعمال ( السكر ) ، ( $CuSO_4$ ) ، ( $NaCl$ ) .  
- **الملاحظات :**

\* السكر : في الحالة الصلبة أو في حالة محلول لا يتوهج سلك لعدم وجود شوارد في محلوله .

\* ( $CuSO_4$ ) : في الحالة الصلبة لا يتوهج سلك المصباح لعدم انتقال الشوارد أما عند تشردها يتوهج السلك

\* ( $NaCl$ ) : في الحالة الصلبة لا يتوهج سلك المصباح لعدم انتقال الشوارد أما عند تشردها يتوهج السلك

- ما هي المحاليل التي تمرر التيار الكهربائي ؟ المحاليل الشاردية

- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي تمرر التيار الكهربائي ؟ وكيف نسميها ؟ بها شوارد وتسمى محاليل شاردية .

- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي لا تمرر التيار الكهربائي ؟ وكيف نسميها ؟ بها جزيئات وتسمى محاليل جزيئية .

**نتيجة ( 4 ) :**

في الجسم الصلب الشاردي ، الشوارد تحتل مواقع معينة و لا **تنتقل** فالجسم الصلب الشاردي **معتدل** كهربائيا ، و عند إنحلاله في الماء ، تنفصل **الشوارد** مكونة شحنات ( شوارد ) حرة **تنتقل** في المحلول فيكون حينئذ ناقلا للتيار الكهربائي .

بينما السكر ، يحتوي على روابط **تكافئية** و عند إنحلاله في الماء تنفصل جزيئاته و لكنها تبقى متعادلة فلا وجود لشحنات حرة في المحلول المائي الذي لا **تنتقل** التيار الكهربائي .

**ب - الجزيئات المستقطبة :**

**ب - 1 - جزيء الماء  $H_2O$  :**

إبراز قطبية جزيء الماء ، و أهميتها في المحاليل نشاط ( 4 ) :

**التجربة ( 5 ) :**

- نأخذ مسطرة بلاستيكية و نقوم بملئها بقطعة من الصوف .

- نقرّب المسطرة من حنفية يسيل منها خيط رفيع من الماء .

**الملاحظة :** انجذاب خيط الماء

**التفسير :** المسطرة مشحونة بذلك و انجذاب خيط الماء دليل على أنه مشحون )

**نتيجة ( 5 ) :**

يحتوي جزيء الماء رابطة **تكافئية** بين الأكسجين ليتكون **زوج** إلكتروني ، و هما إحصائيا قريبين من ذرة **الأكسجين** بدلا من ذرة الهيدروجين . عدم التساوي في التوزيع يجعل ظهور **شحنة** عنصرية موجبة على كل من ذرتي الهيدروجين و **شحنة**

سالبة على ذرة الأكسجين فيصبح جزيء الماء مستقطب أو قطبي .

**ب - 2 - جزيء كلور الهيدروجين  $HCl$  :**

إنحلال جزيء غاز كلور الهيدروجين في الماء منتجا شوارد نشاط ( 6 ) :

**التجربة ( 6 ) :**

- نضع كمية من غاز كلور الهيدروجين في حوالة مجففة ، بها سداة يخترق مركزها

أنبوب زجاجي . ثم ننكس الحوالة فوق حوض من الماء .

**الملاحظة :** صعود الماء في الحوالة .

- هل غاز كلور الهيدروجين ينحل بشراهة في الماء ؟ علل ؟ نعم ، لان جزيئاته مستقطبة مثل جزيئات الماء و يتشكل نتيجة لذلك محلول

مائي شاردي يتدفق الى الفراغ الذي يخلفه الغاز المنحل داخل الحوالة بتأثير الضغط الجوي الخارجي .

- إستعن بالجدول الدوري و حدد كهروسلبية كل فرد ؟ عنصر  $Cl$  أكثر كهروسلبية من  $H$  .

- قارن بين جزيء الماء و جزيء كلور الهيدروجين من حيث البنية ؟ لهما بنية قطبية

- ماذا تستنتج ؟ علل ؟ عند امتزاجها ينحل غاز كلور الهيدروجين في الماء فيتشكل محلولاً شاردياً ناقلاً للتيار .

**نتيجة ( 6 ) :**

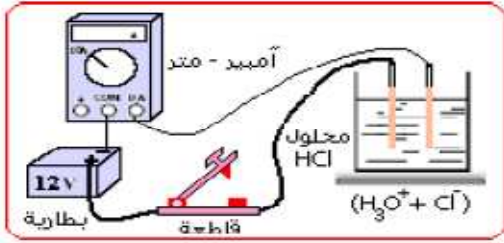
لغاز كلور الهيدروجين جزيء **قطبي** لذلك **ينحل** بشراهة في الماء . فعند ضغط 1 بار ينحل 13.5 mol في 1 L من الماء . ذرة الكلور

مثل ذرة الأكسجين لها **كهروسلبية** أكبر من ذرة الهيدروجين .

فهي تجذب الزوج الإلكتروني للرابطة بين الكلور و **الهيدروجين** لتتشكل شحنة عنصرية **سالبة** على ذرة الكلور و شحنة عنصرية موجبة

على ذرة **الهيدروجين** إذن الرابطة مستقطبة .

**ب - 3 - محلول كلور الهيدروجين :**



محلول كلور الهيدروجين يحتوي شوارد نشاط (7) ص 264 :

تجربة (7) :

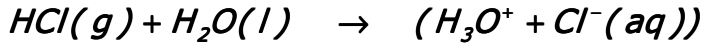
نملاً الوعاء إلى ثلثي حجمه بمحلول مائي لـ  $HCl$  ، ثم نغمس فيه لبوسين من النحاس ، و نصله على التسلسل مع أمبير متر ، مولد ، قاطعة .

أ - أرسم الدارة . على الشكل المقابل .

ب - هل المحلول يمرر التيار الكهربائي ؟ نعم

ج - هل محلول كلور الهيدروجين شاردتي ؟ نعم

د - أكتب معادلة التفاعل أثناء الإنحلال ؟



نتيجة (7) :

يمر التيار الكهربائي في المحلول المائي لكلور الهيدروجين فنستنتج أن انحلال غاز كلور الهيدروجين في الماء يصاحبه تشكل شاردة الكلور  $Cl^-$  و شاردة الهيدرونيوم  $H_3O^+$  .

### 3 - النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية :

#### 3-1 - التيار الكهربائي و المحاليل :

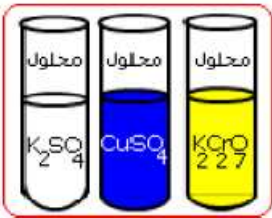
3-1-1 - تبرز بعض الشوارد لونا مميزا لها في المحاليل المائية التي تحتويها نشاط (1) ص 267 :

التجربة (1) :

- نذوب كمية من كل من  $K_2Cr_2O_7$  ،  $CuSO_4$  ،  $K_2SO_4$  في أنابيب اختبار (1) ، (2) ، (3) على التوالي .  
- ما هي الشوارد المشكلة لهذه الاملاح و ما هو لون كل محلول و لأي سبب يرجع هذا اللون ؟

\* الشوارد الموجبة :  $K^+$  ،  $Cu^{2+}$  ،

\* الشوارد السالبة :  $SO_4^{2-}$  ،  $Cr_2O_4^{2-}$  ،



الأنبوب (1) : يحتوي على شوارد البوتاسيوم  $K^+$  الشفافة و شوارد الكبريتات  $SO_4^{2-}$  الشفافة .

الأنبوب (2) : يحتوي على شوارد النحاس  $Cu^{2+}$  الزرقاء و شوارد الكبريتات  $SO_4^{2-}$  الشفافة .

الأنبوب (3) : يحتوي على شوارد البوتاسيوم  $K^+$  الشفافة و شوارد البيكرومات  $Cr_2O_4^{2-}$  البرتقالية .

نتيجة (1) :

- يحتوي محلول كبريتات النحاس على شاردتي الكبريتات  $SO_4^{2-}$  و النحاس  $Cu^{2+}$  و لونه أزرق

- يحتوي محلول كبريتات البوتاسيوم على شاردتي الكبريتات  $SO_4^{2-}$  و البوتاسيوم  $K^+$  و لا لون له

- يحتوي محلول بيكرومات البوتاسيوم على شاردتي البيكرومات  $Cr_2O_4^{2-}$  و البوتاسيوم  $K^+$  لونه برتقالي .

- إذن يعود اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس لإحتوائه شوارد النحاس فقط بينما يعود اللون البرتقالي لمحلول بيكرومات البوتاسيوم لإحتوائه شوارد البيكرومات فقط لأن شاردتي الكبريتات و البوتاسيوم لا تلوّن المحلول المائي الذي يحتويها و ذلك ما لاحظناه عن تذويب بلورات من كبريتات البوتاسيوم في الماء .

3-1-2 - التيار الكهربائي في المحاليل ناتج عن إنتقال الشوارد نشاط (2) ص 267 :

التجربة (2) :

نأخذ ورقة ترشيح و نبللها بمحلول  $K_2SO_4$  و نضع عليها اللبوسين المتقابلين ثم نغلق الدارة .

نفرغ بين الصفيحتين مزيجا من  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  و  $K_2Cr_2O_7$  .

الملاحظة :

- صف ماذا تشاهد على الورقة ؟ نلاحظ امتزاج لوني المحلولين في المنطقة

الكائنة بين اللبوسين .

- هل يمر التيار في الدارة ؟ نعم

- صف ماذا يحدث بعد مدة (10 دقائق أو أكثر) ؟ ينفصل اللونين الأزرق

و البرتقالي عن بعضهما .

- حدد اللون الظاهر على ورق الترشيح من جانب المصعد و من جانب المهبط .

\* المصعد : اللون البرتقالي \* المهبط : اللون الأزرق

التفسير :

\* عند المصعد : تنجذب نحوه الشوارد  $Cr_2O_4^{2-}$  البرتقالية و شوارد  $SO_4^{2-}$  العديمة اللون فيظهر اللون البرتقالي .

\* عند المهبط : تنجذب نحوه الشوارد  $Cu^{2+}$  الزرقاء و شوارد  $K^+$  العديمة اللون فيظهر اللون الأزرق .  
 - ما طبيعة التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية ؟ هو الانتقال الجماعي المنظم لحاملات الشحنة ( الشوارد ) حيث تتجه الشوارد الموجبة  $Cu^{2+}$  ،  $K^+$  نحو المهبط و تتجه الشوارد السالبة  $Cr_2O_4^{2-}$  ،  $SO_4^{2-}$  نحو المصعد .

- قارن آلية النقل الكهربائي في المعادن مع آلية النقل في المحاليل الشاردية ؟  
 ينتقل التيار الكهربائي في النواقل المعدنية بانتقال الالكترونات الحرة لذرات معدن السلك و بالاتجاه المعاكس لجهة انتقال هذه الالكترونات دون انتقال المادة بينما في المحاليل الشاردية يتم بانتقال المادة المتمثلة في الشوارد الموجبة و السالبة .

**نتيجة :** \* ان انتقال التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية هو انتقال الشوارد .  
 \* ان انتقال التيار الكهربائي في المعادن هو انتقال الالكترونات .

### 3-2-1 - المقاومة و الناقلية :

#### 3-2-1-1 - المقاومة الكهربائية R :

$$R = \frac{U}{I}$$

تعرف المقاومة بأنها العرقلة ( الممانعة ) التي يبديها الناقل عند ما يجتازه تيار كهربائي وحدتها (  $\Omega$  ) بحيث

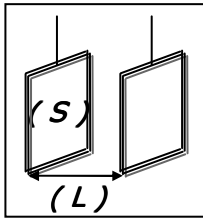
R : مقاومة المحلول (  $\Omega$  ) ، I : الشدة للتيار الكهربائي ( A ) ، U : التوتر الكهربائي ( V ) .

3-2-2-2 - الناقلية G : تعرف الناقلية بأنها مقلوب المقاومة بحيث  $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$  وحدتها السيمنس ( S )

3-2-2-3 - قياس الناقلية G لجزء من محلول :

3-2-2-3-1 - تركيب خلية قياس الناقلية :

\* ناقلية جزء من محلول محصور بين لبوسين ناقلين مساحة كل منهما ( S ) والبعد بينهما ( L )



$$K = \frac{S}{L}$$

تعطى بالعلاقة الآتية :  $G = \sigma \frac{S}{L}$  حيث

S : مساحة سطح اللبوس (  $m^2$  ) ،  
 $\sigma$  : الناقلية النوعية للمحلول (  $S m^{-1}$  )

K : ثابت الخلية يميز شكلها الهندسي ( m ) .

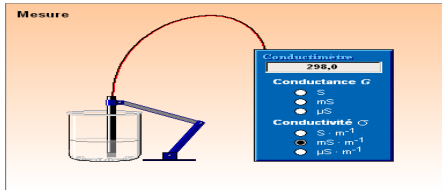
G : الناقلية وحدتها السيمنس ( S ) ،

L : البعد بين اللبوسين ( m ) ،

3-2-2-3-2 - تقاس الناقلية بطريقتين :

أ - الطريقة المباشرة :

يستخدم جهاز خاص يسمى ال ( conductimètre )



ب - الطريقة غير المباشرة :

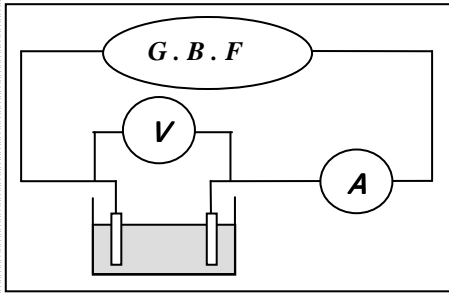
يستخدم " الفولط - متر " و " الأمبير - متر " مع منبع التواتر المنخفضة ( G.B.F )

و تحسب الناقلية من العلاقة :  $G = \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$

3-2-2-3-3 - تحديد العوامل المؤثرة في الناقلية :

أ - تأثير تواتر التيار ( f ) على الناقلية :

نأخذ محلولاً شاردياً من كلور الصوديوم (  $Na^+ + Cl^-$  ) تركيز ثابت  $C = 0.01 mol / L$  و حجمه  $V = 50 mL$  و درجة حرارته ثابتة  $\theta = 25^\circ C$  ،  $L = 1 cm$  ،  $S = 1 cm^2$  نقوم بتغيير تواتر المولد ( G.B.F ) .



f (Hz)	500	600	700	800	900	1000
I (mA)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
U (V)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
G (mS)	12	12	12	12	12	12

أملأ الجدول أعلاه ؟ الملاحظة : G مقدار ثابت .

**نتيجة ( 1 ) :** الناقلية G لا تتعلق بتواتر التيار f .

ب - تأثير السطح ( S ) للخلية :

نأخذ محلولاً شاردياً من كلور الصوديوم (  $Na^+ + Cl^-$  ) تركيز ثابت  $C = 0.01 mol / L$  و حجمه  $V = 50 mL$  و درجة حرارته  $\theta = 25^\circ C$  ،  $L = 1 cm$  .

تغير في ( S ) مساحة جزء اللبوس المغمور في المحلول و نقيس في كل مرة ناقلية المحلول و نسجل النتائج في الجدول التالي :

$S (cm^2)$	1	2	3	4	5	6
$G (mS)$	1.18	2.36	3.54	4.72	5.90	7.08
$G \times S$	1.18	4.72	10.62	18.88	29.50	42.48
$G/S$	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18

- أكمل إملاء الجدول أعلاه ؟

- الملاحظة :  $G$  تزداد بزيادة  $S$  .

- رسم البيان  $G = f(S)$

الإستنتاج : البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ

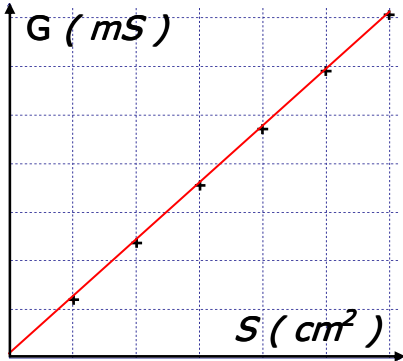
- العلاقة التي تربط الناقلية  $G$  بالسطح  $S$  للجزء المغمور في الخلية ؟  $G = a \cdot S$

نتيجة ( 2 ) : الناقلية  $G$  ، تتناسب طرذا مع السطح  $S$  للبوسين .

ج - تأثير البعد  $L$  بين صفيحتي الخلية :

نأخذ محلولاً شاردياً من كلور الصوديوم  $(Na^+ + Cl^-)$  تركيزه ثابت

$C = 0.01 mol/L$  و حجمه  $V = 50 mL$  و درجة حرارته  $\theta = 25^\circ C$  ،  $S = 5 cm^2$  .



تغير في البعد ( L ) بين صفيحتي الخلية و نقيس في كل مرة ناقلية المحلول و نسجل النتائج في الجدول التالي :

$L (cm)$	0.5	1	2	2.5	4	5
$G (mS)$	11.8	5.9	2.95	2.36	1.47	1.18
$1/L$	2	1	0.5	0.4	0.25	0.2
$G \times L$	5.9	5.9	5.9	5.9	5.88	5.9
$G/L$	2.36	5.9	1.475	0.944	0.367	0.236

- أكمل إملاء الجدول أعلاه ؟

- الملاحظة :  $L$  تزداد و  $G$  تتناقص .

- رسم البيان :  $G = f\left(\frac{1}{L}\right)$

الإستنتاج : البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ

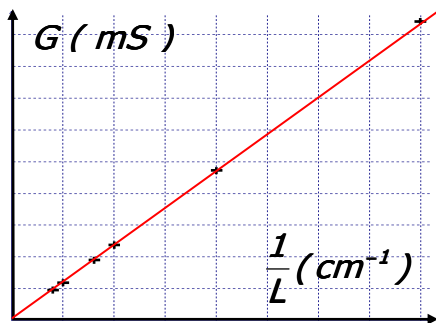
- العلاقة التي تربط الناقلية  $G$  بالبعد  $L$  بين الصفيحتين :

نتيجة ( 3 ) : الناقلية  $G$  تتناسب عكسا مع البعد  $L$  بين اللبوسين .  $G = b \cdot \frac{1}{L}$

د - تأثير الناقلية  $G$  بطبيعة المحلول :

نحضر ثلاثة محاليل شاردية مختلفة بتركيز مولية متساوية  $C = 0.01 mol/L$  و نأخذ كل منها الحجم

$V = 50 mL$  ثم نقيس ناقلية كل محلول ، حيث  $\theta = 25^\circ C$  ،  $L = 1 cm$  ،  $S = 5 cm^2$  .



المحلول	الناقلية ( m S ) $G$
$(Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$	5.9
$(K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$	7.06
$(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$	11.8

الملاحظة : الناقلية  $G$  متغيرة .

نتيجة ( 4 ) : الناقلية  $G$  تتعلق بطبيعة المحلول الشاردي

ه - تأثير درجة الحرارة  $\theta$  على الناقلية :

نأخذ نفس المحلول السابق تركيزه ثابت  $C = 0.01 mol/L$  و

حجمه  $V = 50 mL$  و نقوم بتغيير درجة حرارة المحلول ثم

ندون النتائج في الجدول الموالي :

درجة الحرارة $\theta$	2	17	53
$G (mS)$	5	7.2	15

الملاحظة : الناقلية  $G$  تزداد بزيادة درجة الحرارة

نتيجة ( 5 ) : الناقلية  $G$  تتعلق بدرجة الحرارة  $\theta$  .

نتيجة عامة :

من النتائج ( 2 ) ، ( 3 ) ، ( 4 ) ، ( 5 ) يمكن كتابة عبارة الناقلية  $G$  بدلالة ( مقدار يميز المحلول  $\sigma$  ،  $S$  ،  $L$  ) .

$$G = \sigma \times \frac{S}{L} \quad \text{حيث } \sigma \text{ (سيقما) : الناقلية النوعية للمحلول وحدته } (S \cdot m^{-1})$$

3-2-4 - علاقة التركيز المولي  $C$  بالناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول :  
 في محلول شاردي مخفف تركيزه  $C$  الناقلية النوعية  $\sigma$  تتناسب طرذا مع التركيز  $C$  للمحلول ونكتب :  $\sigma = \lambda C$   
 $\sigma$  : الناقلية النوعية للمحلول  $(S \cdot m^{-1})$  ،  $C$  : التركيز المولي  $(mole \cdot m^{-3})$  .  
 $\lambda$  : الناقلية النوعية المولية  $(S \cdot m^2 \cdot mole^{-1})$  .

3-2-5 - الناقلية النوعية المولية  $\lambda$  للمذاب بدلالة  $\lambda_{x^+}$  للشاردة الموجبة و  $\lambda_{x^-}$  للشاردة السالبة :  
 \* في محلول شاردي مخفف يحتوي على الشوارد  $X^+$  و الشوارد السالبة  $X^-$  تركيزهما  $[X^+]$  و  $[X^-]$  علي الترتيب فتكون :

أ - الناقلية النوعية المولية  $\lambda$  للمذاب :  $\lambda = \alpha \lambda_{x^+} + \beta \lambda_{x^-}$  و  $\alpha$  و  $\beta$  معاملات الشوارد  $X^+$  و  $X^-$

ب - الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول :  $\sigma = \lambda_{x^+} [X^+] + \lambda_{x^-} [X^-]$

$[X^+]$  ،  $[X^-]$  : تراكيز الشوارد المتبقية ( المتواجدة في المحلول )  
 \* في الحالة العامة عندما يكون المحلول الشاردي يحتوي على عدة شوارد موجبة و سالبة فتكون :

أ - الناقلية النوعية المولية  $\lambda$  للمذاب :  $\lambda = \sum (\alpha \lambda_{x^+} + \beta \lambda_{x^-})$

ب - الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول :  $\sigma = \sum (\lambda_{x^+} [X^+] + \lambda_{x^-} [X^-])$

ملاحظات :

- 1 - معايرة خلية قياس الناقلية هي رسم البيان  $G = f(C)$  لكي نحسب ناقلية أي محلول معلوم التركيز المولي  $C$  أو العكس .
- 2 - شروط معايرة خلية قياس الناقلية :  
 أ - مولد (  $GBF \text{ Generateur de basse frequence}$  ) للتيار المتناوب الجيبي  
 ب - غمر صفيحتي الخلية كليا .  
 ج - درجة الحرارة ثابتة .  
 د - غسل الخلية عند تغيير التركيز المولي للمحلول .